植 物 分 类 学 报 38(5):437~445(2000)
Acta Phytotaxonomica Sinica

五味子科植物花粉形态及其系统学意义

孙成仁
(四川师范学院生物系 南充 637002)

Pollen morphology of the Schisandraceae and its systematic significance

SUN Cheng-Ren
(*Department of Biology, Sichuan Teacher's College*, Nanchong 637002)

Abstract Pollen morphology of 91 samples, representing 23 species, 6 varieties and 1 form of the Schisandraceae, was examined under light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM). Palynological data of 5 species, 4 varieties and 1 form are reported for the first time. The pollen grains are monads, heteropolar, radiosymmetric and oblate to peroblate in shape. Arrangement of their colpi is unique in angiosperms. The pollen grains can be divided into two types according to the number of their clopi: the tricolpate pollen type and the hexacolpate pollen type. The exine sculpturing is reticulate. The size of luminae and the breadth of muri are correlated with the floral morphology of the Schisandraceae to a certain extent. Our results do not support the division of the pollen grains of the Schisandraceae into 4 types according to the size of luminae as proposed by Praglowski. There is also still room of discussion about his conclusion that the pole where the three longer colpi converge is the distal pole. The evolutionary trends of the pollen grains of the Schisandraceae seem to be from fewer to more in the number of colpi, and from smaller to larger in the size of luminae. The view that *Kadsura* is more primitive than *Schisnadra* is not supported by palynological data; on the contrary, *Kadsura* seems to be more advanced than *Schisandra* at the general level of evolution. The two genera may be closely related, and might have originated from a common ancestor and then evolved parallelly along two different routes.

Key words Schisandraceae; *Schisandra*; *Kadsura*; Pollen morphology

摘要 用光镜和扫描电镜观察了五味子科 Schisandraceae 23 种、6 变种和 1 变型的 91 份花粉的形态。其中 5 种、4 变种和 1 变型的花粉形态为首次报道。该科花粉为单花粉,异极,辐射对称,扁球形至超扁球形,其萌发沟的排列格局在被子植物中是独一无二的。若按萌发沟的数目划分,该科花粉可分为 3 沟型和 6 沟型两个类型。外壁为网状纹饰,网眼的大小和网脊的宽度与花的形态有一定相关性。研究结果不支持 Praglowski 对该科花粉用网眼大小来划分类型的作法,认为对他关于 3 长沟汇聚的一极即花粉的远极的结论应作进一步探讨;不支持一些学者认为南五味子属 *Kadsura* 比五味子属 *Schisandra* 原始的观点。根据研究结果可认为,南五味子属的总体演化水平高于五味子属,它们可能是源于共同祖先、沿两条不同的路线平行演化的两个近缘类群。

关键词 五味子科; 五味子属; 南五味子属; 花粉形态

最早研究五味子科花粉形态的学者是 Erdtman(1935),他描述了该科 6 个种的花粉形态,并阐述了该科花粉的极性及 3 长沟的起源等问题。他认为 3 长沟与蕨类植物孢子的 3

1999-11-01 收稿,2000-07-18 收到最后修改稿。
基金项目:四川省教委重点课题基金资助项目。

射缝同源,3长沟交汇的一极是近极,相对的一极,即空白极,与 *Drimys* 属的花粉具单沟的一面同源,是远极。随后,Wodehouse(1936)表达了类似的观点。但十余年后,Erdtman(王伏雄和钱南芬译,1962)对上述问题的认识有了改变,并在文中记载了五味子属 *Schisandra* Michx. 花粉7种,南五味子属 *Kadsura* Kaempf. ex Juss. 花粉5种。此后有多位学者涉及五味子科植物花粉的研究(王伏雄等,1995; Doyle *et al*., 1990; 蓝盛芳,1984; Lieux, 1980; Praglowski, 1976; Vijayaraghavan & Dhar, 1975; Walker, 1974; Huang, 1972; Jalan & Kapil, 1964; Hayashi, 1960)。其中,Praglowski(1976)的实验材料涵盖了按 Smith(1947)的分类处理确认的五味子属25种、6变种和1变型中的18种和1变种,南五味子属22种中的12种。他不仅观察了花粉的外部形态,而且作成超薄切片,在透射电镜下观察了花粉壁各层的结构,并通过对花粉四分体的观察,回答了五味子科花粉极性问题,认为3长沟汇聚的一面是远极面,空白极是近极面。该研究无疑是五味子科孢粉学研究史上最重要的工作之一。从蓝盛芳(1984)等人的研究及 Saunders(1998, 1997)的回顾看,南五味子属花粉形态研究工作没有遗留重大疑点,而五味子属花粉形态研究的疑点较多。

为了讨论孢粉学问题的方便,本文的种及种以下分类阶元的概念仍采用 Smith(1947)的观点(在他之后发表的新分类群除外)。作者共观察了五味子属18种(其中一个存疑种)、6变种和1变型的花粉样品85个,南五味子属5种(其中一个存疑种)的花粉样品6个,共23种、6变种和1变型,91个样品。其中5种、4变种和1变型的花粉测量数据是首次报道。

1 材料和方法

花粉材料来自腊叶标本和野外活材料。用作光学显微镜观察、测量的材料,均经过醋酸酐分解法(王伏雄等,1995)处理,用甘油胶制片。用作扫描电镜观察用的材料作了两种处理:一种是用醋酸酐分解法至水洗后,用无水酒精脱水,然后置于样品台上镀金膜;另一种是将花粉直接涂在双面胶带上,喷镀金膜。每份样品测量20粒花粉,取极轴(P)和最大圆周直径(GD)的最小值、最大值和平均值。因材料不足,计量花粉粒数量不满20粒者,仅 *S. repanda* 和 *S. chinensis* 中的一份样品。

在描述术语方面,因五味子科花粉是异极的(heteropolar),赤道轴这一术语(Praglowski, 1976)不适用;另外,五味子植物中有的花粉外形近似毡窝帽状,极轴长度小于半球的半径;在这种情况下,"赤道轴"一词完全失去了意义。

表1中每个种只列出1个样品的凭证标本。凡是样品在两份以上的种,测量数据均为受检样品的测量平均值。

2 观察结果

该科植物花粉均为单花粉、异极、辐射对称。极面观为6裂圆形或3裂圆形。因两个极面隆起程度不同,侧面观为不对称的椭圆形或平凸形。通常远极面隆起较高,近极面扁平或微凹,甚至极度凹陷而使花粉粒的整体外形象毡窝帽状(图版Ⅰ:9;图版Ⅱ:6)。大多数种具6沟,少数种只具3沟。具6沟者,3长3短,沿子午线方向相间排列。3长沟于远极汇聚成3合沟,在近极面则不汇聚。3短沟在两极均不汇聚。长沟和短沟在近极面

表1　五味子科花粉形态数据
Table 1　Data of pollen grains of the Schisandraceae

分类群 Taxon	极轴长度 Length of polar axis(P)(μm)	最大直径 Greatest diameter (GD)(μm)	极轴与最大直径之比 (P/GD)	凭证标本 Voucher	样品份数 Number of samples	图版 Plate
二色五味子 *Schisandra bicolor*	11.2 (10.9～13.4)	21.9 (18.2～23.9)	0.51	浙江：西天目山，采集人、号均不详 Zhejiang: Mt. West Tianmu, s.coll., s.n.(ECNV)	1	Ⅰ:1
北五味子 *S. chinensis*	19.4 (18.1～22.5)	28.1 (27.5～29.2)	0.68 (0.65～0.77)	辽宁：千山，朱有昌等 280(IBSC) Liaoning: Mt. Qianshan, Y-C Zhu *et al*. 280(IBSC)	5	Ⅱ:2, 3,4, 5,6
粉背五味子 *S. glaucescens*	16.3 (15.3～17.5)	26.7 (25.5～27.6)	0.61 (0.56～0.64)	湖北：巴东，孙成仁 597(SITC) Hubei: Badong, C-R Sun 597(SITC)	14	
大花五味子 *S. grandiflora*	15.2 (12.1～17.0)	27.1 (25.5～29.1)	0.56	西藏：波密至美东，孙航等 6145(KUN) Xizang(Tibet): on the way from Bomi to Medog, H. Sun *et al*. 6145(KUN)	1	Ⅰ: 7,8
翅枝五味子 *S. henryi* var. *henryi*	12.9 (12.0～13.5)	24.8 (21.2～27.1)	0.53 (0.50～0.57)	四川：宜宾，孙成仁 106(IBSC) Sichuan: Yibin, C-R Sun 106(IBSC)	5	
长梗五味子 *S. henryi* var. *longipes*	15.9 (13.4～17.0)	26.4 (19.4～29.1)	0.60	湖北：利川，孙成仁 140(IBSC) Hubei: Lichuan, C-R Sun 140(IBSC)	2	Ⅰ:9
边缘五味子 *S. henryi* var. *marginalis*	15.2 (13.4～17.0)	25.9 (18.9～27.9)	0.59	浙江昌化贺贤育 23453(IBSC) Zhejiang: Changhua, X-Y He 23453(IBSC)	1	
云南五味子 *S. henryi* var. *yunnanensis*	17.2 (16.7～18.0)	26.4 (25.5～27.9)	0.66 (0.65～0.66)	云南：特区大坝，钟补勤等 260(IBSC) Yunnan: Daba, Special District, P-C Tsoong *et al*. 260(IBSC)	3	
披针叶五味子 *S. lancifolia*	14.5 (14.0～15.2	26.5 (26.0～27.2)	0.55 (0.54～0.56)	四川：冕宁，孙成仁 727(SITC) Sichuan: Mianning, C-R Sun 727 (SITC)	5	Ⅲ:1, 2,3
小花五味子 *S. micrantha*	15.3 (14.3～16.1)	30.2 (28.8～31.2)	0.51 (0.47～0.54)	四川：泸定，王清泉 22502 (IBSC) Sichuan: Luding, Q-Q Wang 22502 (IBSC)	3	Ⅲ:4, 5,6
滇川五味子 *S. neglecta*	13.3 (13.0～13.5)	24.6 (27.8～28.5)	0.54	云南：维西，孙成仁，采集号不详(SITC) Yunnan: Weixi, C～R Sun s.n.(SITC)	3	Ⅰ:12 Ⅱ:1, 2,3
重瓣五味子 *S. plena*	13.0 (7.3～18.2)	27.6 (24.3～30.4)	0.47	云南：景洪，孙成仁 31(IBSC) Yunnan: Jinghong, C-R Sun 31(IBSC)	1	
中间五味子 *S. propinqua* var. *intermedia*	15.5 (14.5～16.1)	28.2 (27.8～28.5)	0.55 (0.51～0.57)	云南：潞西，云大生物系 C36(YUNU) Yunnan: Luxi, Dep. Bio. Yunnan University C36(YUNU)	3	
合蕊五味子 *S. propinqua* var. *propinqua*	17.3 (17.1～17.4)	29.2 (29.0～29.4)	0.59	贵州：安龙，张志松等 5063(WUG) Guizhou: Anlong, Z-S Zhang *et al*. 5063(WUG)	2	Ⅱ:9, 10.11
铁箍散 *S. propinqua* var. *sinensis*	16.5 (15.8～16.9)	29.5 (26.6～31.8)	0.56 (0.53～0.60)	云南：宾川，孙成仁 701(SITC) Yunnan: Binchuan, C-R Sun 701(SITC)	6	

Table 1 (Continued)

分类群 Taxon	极轴长度 Length of polar axis(P)(μm)	最大直径 Greatest diameter (GD)(μm)	极轴与最大直径之比 (P/GD)	凭证标本 Voucher	样品份数 Number of samples	图版 Plate
毛叶五味子 *S. pubescens* var. *pubescens*	14.4 (13.4～15.0)	26.2 (26.9～28.4)	0.56 (0.47～0.60)	重庆：南川，孙成仁 557(SITC) Chongqing: Nanchuan, C-R Sun 557(SITC)	3	
毛脉五味子 *S. pubescens* var. *pubinervis*	14.0 (13.8～14.2)	22.2 (21.8～22.5)	0.63 (0.61～0.65)	四川：峨眉山，药 75-1 组 18(CDCM) Sichuan: Mt. Emei, Group 75-1, Dep. of Chengdu Traditional Chinese Medicine 18(CDCM)	2	Ⅱ: 7,8
S. repanda	15.2 (14.6～18.2)	28.8 (25.5～30.4)	0.53	Japan, H. Ohashi *et al*. 22175(KUN)	1	Ⅱ: 4, 5,6
红花五味子 *S. rubriflora*	22.4 (21.2～23.1)	28.8 (27.3～29.5)	0.78 (0.76～0.79)	四川：唐家河自然保护区，孙成仁 260(SITC) Sichuan: Tangjiahe Natural Reserve, C-R Sun 260(SITC)	5	Ⅲ: 11,12
淡花高山五味子 *S. sphaerandra* f. *pallida*	18.2 (14.6～21.9)	28.3 (25.5～32.8)	0.64	云南：景东，许溯桂 4669(WUG) Yunnan: Jingdong, S-G Xu 4669(WUG)	1	
高山五味子 *S. sphaerandra* f. *sphaerandra*	18.3 (16.6～19.5)	27.8 (26.1～29.0)	0.66 (0.64～0.67)	云南：丽江，孙成仁 703(SITC) Yunnan: Lijiang, C-R Sun 703(SITC)	3	Ⅲ: 9,10
华中五味子 *S. sphenanthera*	15.4 (13.4～16.1)	24.5 (23.6～26.1)	0.62 (0.55～0.68)	陕西：安康，孙成仁 29(IBSC) Shanxi: Ankang, C-R Sun 29(IBSC)	7	
绿被五味子 *S. viridis*	13.0 (12.3～13.7)	21.1 (20.3～21.9)	0.62 (0.61～0.62)	广东：连南，黄立 60979(IBSC) Guangdong: Liannan, L Huang 60979(IBSC)	2	
马耳山五味子 *S. wilsoniana*	15.6 (14.2～16.5)	22.7 (20.8～24.5)	0.69 (0.67～0.70)	云南：鹤庆，孙成仁 683(SITC) Yunnan: Heqing, C-R Sun 683(SITC)	4	Ⅲ: 7,8
黑老虎 *Kadsura coccinea*	17.5 (14.6～19.4)	31.2 (29.1～34.6)	0.56	云南：屏边，孙成仁 444(SITC) Yunnan: Pingbian, C-R Sun 444(SITC)	1	
异形南五味子 *K. heteroclita*	16.2 (16.0～16.3)	27.3 (25.8～28.7)	0.60 (0.57～0.62)	云南：勐海，王启无 77282(IBSC) Yunnan: Menghai, C-W Wang 77282(IBSC)	2	
南五味子 *K. longipedunculata*	15.2 (13.4～17.0)	26.6 (24.3～29.1)	0.57	四川：宝兴，川农实习队 5056(SAUF) Sichuan: Baoxing, Fieldwork Team of Sichuan Agricultural College 5056(SAUF)	1	Ⅰ: 10, 11
仁昌南五味子 *K. renchangiana*	15.8 (12.1～19.4)	26.4 (24.3～29.1)	0.60	广西：大苗山，陈少卿 14638(IBSC) Guangxi: Mt. Damiaoshan, S-H Chun 14638(IBSC)	1	

1. 为节省篇幅，每个分类群受检花粉样品的凭证标本只列出 1 份。
2. 两个存疑种的孢粉学资料未列入表中。
1. In order to save space, only one voucher is listed for each taxon.
2. Palynological data of the two insufficiently known species are not listed.

的一端与近极的距离相等（图版Ⅰ:4；图版Ⅱ:3；图版Ⅲ:1）。具 3 沟的花粉，3 沟在远极面汇成 3 合沟（图版Ⅰ:8）。这 3 条沟的长度短于具 6 沟花粉的 3 长沟，以致在近极面几

平看不到这3条沟(图版Ⅰ:7)。沟的分布格局除上述两类有规律的情形之外，还有多种不规则的分布，如副合沟，8沟，5沟(Erdtman,1952)，2沟(Praglowski,1976)，以及只具一条沟(图版Ⅲ:12)等。花粉的极轴长度(P)8.5～27.6 μm，最大圆周直径(GD)8.5～40.1 μm，P/GD的比值0.47～0.79(见表1)。外壁为网状纹饰，网眼形状不规则，有近似多边形的，也有其它形状。网脊的宽度和网眼的大小常随不同的种而不同。在同一种的不同居群中，乃至在同一居群的不同个体中，也有一定的变异幅度。在同一花粉粒上，近极面的网眼通常大于远极面的网眼。网脊是覆盖层及其下的小柱组成的连续结构。在某些花粉粒中，可以看到散在的瘤状突起独立于网眼之中(图版Ⅱ:2,5)，这是分散分布的没有覆盖层的小柱。大多数种的花粉，沟上都有沟膜，膜的中央有一条沿沟纵行的加厚条纹，长短沟皆然。镜检已萌发的花粉上千粒，花粉管全部是从3长沟交汇处伸出，无一例外。与Hayashi(1960)报道的情形一致。

3 讨 论

3.1 五味子科花粉的极性

五味子科花粉的极性问题有过较长时期的争论。最早涉及五味子科花粉的学者(Wodehouse,1936; Erdtman,1935)都认为3长沟汇合的一极是近极，相对的空白极是远极。同时认为3长沟与蕨类植物孢子的3射缝同源。但十余年后，Erdtman(1952)改变了观点，认为五味子科花粉的3条长沟与蕨类孢子的3射缝不同源，具有“聚集性极”的面可能是远极面，具空白极的一面可能是近极面。Jalan & Kapil (1964)也对Wodehouse(1936)的上述观点表示了不同见解，赞同Erdtman(1952)的观点。Praglowski(1976)通过观察四分体花粉，认为3沟汇聚的一极就是远极，空白极是近极。但Lieux(1980)在其著作中还称3长沟汇聚极为“假设的远极”。本文作者观察到的情况(图版Ⅰ:12)使人不得不怀疑Praglowski(1976)结论的普遍性。看来Lieux(1980)的谨慎不是没有道理的。这一问题有待对花粉的个体发育研究予以澄清。只是为了叙述的方便，本文暂且采用Praglowski(1976)的观点。

3.2 花粉类型划分问题

Praglowski(1976)根据花粉萌发沟的条数和外壁网眼的大小将五味子科花粉分为4类型的客观性与合理性值得怀疑。采自北京的 *S. chinensis* (孙成仁 744)花粉中，确有最大网眼长径超过6 μm的(图版Ⅰ: 4)，但这种情形并不普遍。也有相当数量(不少于观察样品的半数)的花粉最大网眼长径小于6 μm(图版Ⅰ: 5)。而采自日本的同种花粉(T. Yahara *et al*. 7082)则情形大不相同，网眼小，网脊高(图版Ⅰ:6)。采自中国内蒙古、辽宁、河北等地以及采自朝鲜的同种花粉，其网眼的最大长径几乎没有超过6 μm的。在前述大于6 μm的网眼中，其周边网脊轮廓不清晰，极象是两个以上的网眼之间的网脊破碎断裂而形成贯通的大网眼(图版Ⅰ:4)。这样形成的大网眼在 *S. grandiflora* 中也能找到(图版Ⅰ: 7, a)。作者观察到的情况是 *S. grandiflora* 的网眼平均大小明显大于 *S. chinensis*。Ikuse (1956)所测日本产的 *S. chinensis* 的花粉网眼大小为4～5.5 μm，也明显与Praglowski所测结果不一致，倒是与本文报道的观察结果基本一致。网眼最长径大于6 μm的除 *S. grandiflora* 之外，在 *S. sphaerandra* 中也有(图版Ⅲ:10)。不仅在较原始的具3沟的种

中有这类大网眼,在原多蕊组 sect. *Pleiostema*(Smith,1947)具内向药的成员中也有(图版Ⅲ:5)。此外,Ikuse (1956) 测量的 *S. repanda*(= *S. nigra*) 的花粉网眼大小为 3 ~ 4.5 μm,也与 Praglowski(1976)报道的 1 ~ 2.5 μm 不一致。

综上所述,Praglowski(1976)的观察测量结果不具代表性和普遍性,因而他对五味子科花粉类型的划分不具客观性、合理性,在分类上亦不具可操作性。本文作者的观察测量结果不支持他的分型方案。

3.3 测量数据对比

本文报道的极轴长度(P) 是 8.5 ~ 27.6 μm,最大直径(GD)是 8.5 ~ 40.1 μm,两组数据的覆盖幅度均大于 Praglowski (1976) 报道的数据(P:12 ~ 22 μm,GD:24 ~ 32 μm)。这可能是因为本文数据是每份样品测量 20 粒花粉得出的,而 Praglowski 只测量了 10 粒花粉。测量的花粉数多一倍,数据幅度自然会大一些。但这对平均值的影响并不大,从 GD 的对比中可以证实。

在本文和 Praglowski(1976)都报道的 16 个种(变种)中,有 12 个种(变种)的 GD 平均值是基本相同的。有明显差别的是 P 值,从而影响到 P/GD 值。16 个种中,只有 5 个种的 P/GD 值相同或基本相同,其余 11 种有明显差距。这与测量的花粉粒数基本无关,而可能是测量计数方式上的差异。除 *K. longipedunculata* 之外,本文和 Praglowski(1976)报道的 GD 值普遍比 Erdtman (1935)报道的几个种的 E 值(相当于本文中的 GD 值)大;但与他 1952 年报道的另外几个种的数据比较,则没有发现明显差异。很可能是因为他在 30 年代处理花粉的方法与 50 年代不同。Lieux (1980) 报道 *S. glabra* 的极轴长度(P)约为 15 μm,赤道轴(E,相当于本文中的 GD)为 27.5 ~ 30.5 μm。由此得出的 P/GD 值略小于 0.5,与其文字描述“超扁球形”(peroblate)吻合。本文作者所测的与该种分在同一个组 sect. *Schisandra*(Smith,1947) 的另外两名成员 *S. bicolor* 和 *S. repanda* 的 P/GD 值分别为 0.51 和 0.53,与他报道的数据非常接近。

无论在光镜下还是在扫描电镜下观察,视野中看到的花粉粒大部分是极面观,而且多为远极面向上。即使在甘油胶中悬浮着的情况下依然如此。这与某些早期学者观察到的情况相同(王伏雄等译,1956),表明该科花粉在水平面上停留时最稳定的状态就是远极面向上,近极面向下,而侧立的体位是最不稳定的状态。大多数种能看到侧面观的花粉粒数不到同一视野中所能看到的花粉总数的 1/10。在扫描电镜下拍摄到的很罕见的侧面观,都是有其它花粉粒在旁边支撑,才使这少量花粉能稳定侧立(图版Ⅲ:6,11)。上述现象从一个角度表明该科多数种花粉偏扁,超扁球形和接近超扁球形的花粉占有相当大的比例,难怪有的学者把它们比作“大圆面包”(王伏雄等译,1956)。因此,多数种花粉的 P/GD 值偏小是顺理成章的。

3.4 萌发沟数目的系统学意义

单从萌发沟的数目看,五味子科花粉只有两个类型,3 沟型和 6 沟型。*Schisandra* 中只有 *S. grandiflora*, *S. rubriflora*, *S. sphaerandra* 等少数几个种具 3 沟花粉,其余种都具 6 沟花粉, *Kadsura* 中全是 6 沟花粉。这一特征在属的划分上没有任何鉴别价值。但在 *Schisandra* 的属下等级的划分上却有重要意义。具 3 沟花粉的几个种,其雄蕊和心皮数均居全属之冠,且雄蕊群的构造特点有别于原多蕊组 sect. *Pleiostema*(Smith 1947) 内其它成

员。具3沟型花粉这一特征为把这几个种从原多蕊组中分出、独立为一个新的属下阶元(刘玉壶,1995)提供了强有力的支持。但我们没有发现任何支持原球蕊组 sect. *Sphaerostema*(Smith 1947)分为两个属下阶元(刘玉壶 1995)的孢粉学证据。

该科花粉的萌发沟数目及分布格局除上述两大类型外,还发现有多起特殊情形,如前文已述及的8沟、5沟、副合沟、2沟或1条弯曲的沟。但这些类型的花粉极少,出现频率极低,说明它们可能是异常发育的结果。但要强调说明:该科花粉虽有上述变态,但迄今尚未发现3沟型和6沟型出现在同一种中。*S. grandiflora* 的花粉是3沟型(Praglowski, 1976; Walker, 1974; Erdtman, 1952),再次得到本文证实,不可能是6沟型。Jalan & Kapil (1964)报道该种花粉是6沟型,可能是把材料弄错了的缘故,而不可能是"变异"。

3.5　网眼特征的系统学意义

我们不支持 Praglowski(1976)对五味子科花粉以网眼大小来划分类型,但这并不等于反对运用网眼的特征进行系统演化关系分析。作者在观察过程中发现,从形态学角度看比较原始的种,如 *S. grandiflora*, *S. rubriflora*, *S. sphaerandra* 等,其花粉粒的纹饰较粗犷——网眼大,网脊宽;而较进化的种,如 *S. bicolor*, *S. repanda* 等,纹饰较细腻——网眼小,网脊窄。原多蕊组中具6沟的10余个种,网眼的大小和网脊的宽度大都在上述两者之间。*S. chinensis* 比较特别,网眼偏大,与 *S. grandiflora* 等种接近,但网脊的宽度却没有后者宽,在扫描电镜下,在外层网纹之下,隐约可见一些不规则的纹饰与外层网纹相间,且外层网脊往往发育不健全,常有断裂破碎现象。此类情形在近极面较为多见(图版Ⅰ:4),其3合沟的宽度变化较大,从1 μm 到3 μm 以上,沟膜表面有多数横行褶皱(图版Ⅰ:2)。但情况并不都如此,产地不同的同种个体,花粉纹饰差异较大(比较图版Ⅰ: 4.5,6)。综上所述可以看出,五味子科花的形态结构演化水平与花粉外壁的网眼形态特征有一定相关性。但如果仅仅凭迄今为止所检查过的有限材料就匆匆得出量化的相关性结论,似乎为时过早。

3.6　花粉形态在推测 *Schisandra* 和 *Kadsura* 两属演化关系上的意义

孢粉学资料虽然未能为该科属级类群的划分提供有价值的证据,但在揭示属间演化关系方面有着不可低估的价值。6沟花粉比3沟花粉进化,已得到孢粉学界公认。外壁网纹由粗到细的演化趋势也已在 *Schisandra* 的绝大多数种的花粉观察分析中显示得相当清楚。3沟型花粉仅存在于 *Schisandra* 中,而未见于 *Kadsura* 中,而且后一属的花粉网纹大多细腻,没有发现像 *S. grandiflora* 或 *S. chinensis* 所具有的那样粗大的网眼。我们完全有理由认为,从花粉的总体演化水平上看,*Kadsura* 比 *Schisandra* 进化。因此不支持刘玉壶(1995)和 Saunders (1997)认为 *Kadsura* 比 *Schisandra* 原始的观点。从孢粉学证据看,它们可能是源于同一祖先、沿两条不同的演化路线平行演化的两个近缘类群。

3.7　五味子科花粉的起源及其系统学意义展望

关于五味子科的花粉起源于具远极单沟的花粉,如现存的大多数温特雷科(Winteraceae)植物的花粉的假设(Doyle *et al.*, 1990),其思路与 Erdtman (1935) 早已提出的假设相比并无多少新意。然而,要证明这一假设却并不容易,因为这不仅需要更多的化石花粉证据,而且需要对温特雷科、木兰科、八角科和五味子科,甚至更多的近缘类群的花粉发育全过程进行连续追踪观察。后一项研究工作的手段已经具备,最大的困难在于如何收集

足够量的、具有代表性的花粉样本。

五味子科花粉形态是迄今为止未曾在被子植物任何别的类群中遇到过的，是独一无二的(Praglowski, 1976; Jalan & Kapil, 1964; Erdtman, 1952)。这种花粉式样不是花粉演化路线上的原始类型，而是演化程度很高的进化类型(Jalan & kapil, 1964; Wodehouse, 1936)，这一事实似乎与迄今为止所有的被子植物分类系统给五味子科安置的系统位置不太和谐。作者希望这能引出对五味子科花粉更深入的研究并有更重大理论价值的发现。

参 考 文 献

Doyle J A, Hotton C L, Ward J V, 1990. Early Cretaceous tetrads, zonosulcate pollen, and Winteraceae. Ⅱ. Cladistic analysis and implications. Amer J Bot, 77: 1558 ~ 1568

Erdtman G, 1935. Pollen statistics – A botanical and geological research method. In: Wodehouse R P. Pollen Grains. New York and London: McGraw-Hill Book Company Inc. 329 ~ 340

Erdtman G, translated by Wang F-X, Qian N-F (王伏雄、钱南芬译), 1962. Pollen Morphology and Plant Taxonomy-Angiosperms. Beijing: Science Press. 3 ~ 15, 210 ~ 212, 390 ~ 401

Hayashi Y, 1960. On the microsporogenesis and pollen morphology in the family Magnoliaceae. Sci. Rep. Tôhoku Univ. Ser: Ⅳ (Biol), 26(1): 45 ~ 52

Huang T-C, 1972. Pollen Flora of Taiwan. Taipei: Taiwan Univ Press. 219, Pl. 143: 10 ~ 16

Ikuse M, 1956. Pollen Grains of Japan. Tokyo: Hirokawa Publishing Co. 77 ~ 78, Pl. 68: 199 ~ 204

Jalan S, Kapil R N, 1964. Pollen grains of *Schisandra* Michaux. Grana Palynol. 5(2): 216 ~ 221

Lan S-F(蓝盛芳), 1984. Pollen morphology of the genus *Kadsura* from China. Guihaia(广西植物), 4(2): 141 ~ 144

Law Y-W(刘玉壶), 1996. Schisandraceae. In: Fl Reip Pop Sin (中国植物志). Beijing: Science Press. 30(1): 231 ~ 273

Lieux M H, 1980. An atlas of pollen of trees, shrubs, and woody vines of Louisiana and other southeastern states (Part Ⅰ). Pollen et Spores, 22(1): 17 ~ 57

Pokrovskaia I M, translated by Wang F-X *et al*. (王伏雄等译), 1956. Pollen Analysis. Beijing: Science Press. 51 ~ 54, 296 ~ 297

Praglowski J, 1976. Schisandraceae Bl. World Pollen and Spore Flora, 5: 1 ~ 32

Saunders M R K, 1997. Schisandraceae. In: Flora Malesiana, ser 1. Leiden: Rijksherbarium/ Hortus Botanicus. 13: 185 ~ 297

Saunders M R K, 1998. Monograph of *Kadsura*. Sytematic Botany Monographs, 54: 1 ~ 104

Smith A C, 1947. The families Illiciaceae and Schisandraceae. Sargentia, 7: 1 ~ 7, 79 ~ 218

Vijayaraghavan M R, Dhar U, 1975. *Kadsura heteroclita*——microsporangium and pollen. J Arnold Arb, 56: 176 ~ 182

Walker J W, 1974. Aperture evolution in the pollen of primitive angiosperms. Amer J Bot, 61: 1112 ~ 1136

Wang F-X(王伏雄), Qian N-F(钱南芬), Zhang Y-L(张玉龙), Yang H-Q(杨惠秋), 1995. Pollen Flora of China(中国植物花粉形态). 2nd ed. Beijing: Science Press. 1 ~ 10, 274, Pl. 125

Wodehouse R P, 1936. Evolution of pollen grains. Bot Rev, 2: 67 ~ 84

图版说明 Explanation of plates

图版Ⅰ 1. 二色五味子，示远极面，×2100。2 – 6. 五味子 2 – 3. 示远极面，4 – 6. 示近极面，2, 4 – 6. ×2100; 3. ×6000。7 – 8. 大花五味子 ×2100 7. 近极面，8. 远极面。9. 长梗五味子，侧面观，×2100。10 – 11. 南五味子，远极面 10. ×1850; 11. ×5000。12. 滇藏五味子，四分体，×1000。

图版Ⅱ 1 – 3. 滇藏五味子 1, 2. 远极面; 3. 近极面; 1, 3. ×2100, 2. ×6000。4 – 6. *S. repanda* 4, 5. 远极面，6. 侧面观，4, 6. ×2100, 5. ×6000。7, 8. 毛脉五味子，示远极面 7. ×2100, 8. ×6000。9 – 11. 合蕊五味子 9. 近极面; 10, 11. 远极面; 9, 10. ×2100; 11. ×6000。

图版Ⅲ 1 – 3. 披针叶五味子 1. 近极面; 2, 3. 远极面; 1, 2. ×2100; 3. ×6000。4 – 6. 小花五味子 ×

2100 4. 远极面; 5.近极面; 6. 侧面观;7,8. 鹤庆五味子×2100 7.远极面;8.近极面;9,10. 高山五味子,×2100 9.远极面;10. 近极面。11,12. 红花五味子×2100 11. 侧面观;12. 示异常发育的具一条弯沟的花粉。

Plate Ⅰ 1. *S. bicolor*, distal, × 2100; 2~6, *S. chinensis*; 2,3. distal; 4~6, proximal; 2,4~6. ×2100; 3. × 6000; 7~8. *S. grandiflora*, × 2100; 7. proximal; 8. distal; 9. *S. henryi* var. *longipes*, lateral view, × 2100; 10~11. *K. longipedunculata*, distal; 10. × 1850; 11. × 5000; 12. *S. neglecta*, tetrads, ×1000.

Plate Ⅱ 1~3. *S. neglecta*; 1. distal, × 2100; 2. distal, × 6000; 3. proximal, × 2100; 4~6. *S. repanda*; 4. distal, × 2100; 5. distal, × 6000; 6. lateral view, × 2100; 7,8. *S. pubescens* var. *pubinervis*, 7. distal, × 2100; 8. distal, × 6000; 9~11. *S. propinqua* var. *propinqua*; 9. proximal, × 2100; 10. distal, × 2100; 11. distal, × 6000.

Plate Ⅲ 1~3. *S. lancifolia*; 1. proximal, × 2100; 2. distal, × 2100; 3. distal, × 6000; 4~6. *S. micrantha*, × 2100; 4. distal; 5. proximal; 6. lateral view; 7,8. *S. wilsoniana*, × 2100; 7. distal; 8. proximal; 9,10. *S. sphaerandra* f. *sphaerandra*, × 2100; 9. distal; 10. proximal; 11,12. *S. rubriflora*, ×2100; 11. lateral view; 12. monocolpate, but the colpus curved.

（责任编辑 汪桂芳）

关于论文中附图的制作

论文中的图稿是科技论文的重要组成部分，严格图稿质量是保证刊物质量的重要条件之一，因此各刊物对图稿有严格要求。在此,对图稿的制作要求提出如下初浅的看法，仅供参考。

（一）**图版**(指照片图版) 涉及细胞学、孢粉学、形态学、解剖学、胚胎学等方面学术论文的水平高低，往往与图版的优劣关系极大，所以要重视图版的制作。

(1) 制作图版，要求图像清晰，层次分明，反差适中,显示的要点明确。显微照片和电子显微照片一般需注明其倍数。制作黑白图版不宜用彩色照片,否则效果差。(2) 图版的拼贴要求严格，可贴在稍厚的白纸上(切勿贴在硬纸板上);拼贴要整齐、美观、注意顺序，图版中照片的布局要匀称、紧凑。如为方块形，要求四角为直角，边直；整个图版的要求亦同。图版的版心以宽 14 cm×19 cm 为限。(3) 新植物等的外形图最好用精绘墨线图。如果用照片，最好加上区别点的特写镜头照片;如果区别点用的是墨线图，也应制成照片再拼贴一起，才便于制版。为节省版面，单个新种最好不用照片图版。

（二）**墨线图** 文中插图一般以墨线图效果较好，照片效果较差。

(1) 墨线图应绘制在硫酸纸或洁白纸上。绘图要求准确、墨线要黑、线条要光滑而匀。(2) 构图要求既讲究科学性又讲究艺术性。在此前提下，为节省版面、便于排版、排出的版面美观，构图尽可能做到宽大于高。(3) 图不宜过大，以不超过 16 开为好，以免损坏。(4)构图还应注意线条、点等的疏密。一般来说，图大，其线条、点可稍粗、稍密；图小，其线条应稍细、稍稀：否则会出现不清晰、一片黑或丢失、断线现象。例如:原图 24 cm(宽)×16 cm(高)，按 5/10 缩制后，成为 12 cm 宽×8 cm 高的图。原图面积为 384 cm^2 大小，缩制后面积为 96 cm^2。如果原图中有 100 个点，是在 384 cm^2 中，缩制后 100 个点则是在 96 cm^2 中，其效果可想而知了。所以，细微结构的图，线条不宜粗而密。(5) 坐标图需注意坐标的 XY 轴线要稍细，其中图象部分线条要稍粗，约 1/2，否则会宣宾夺主。

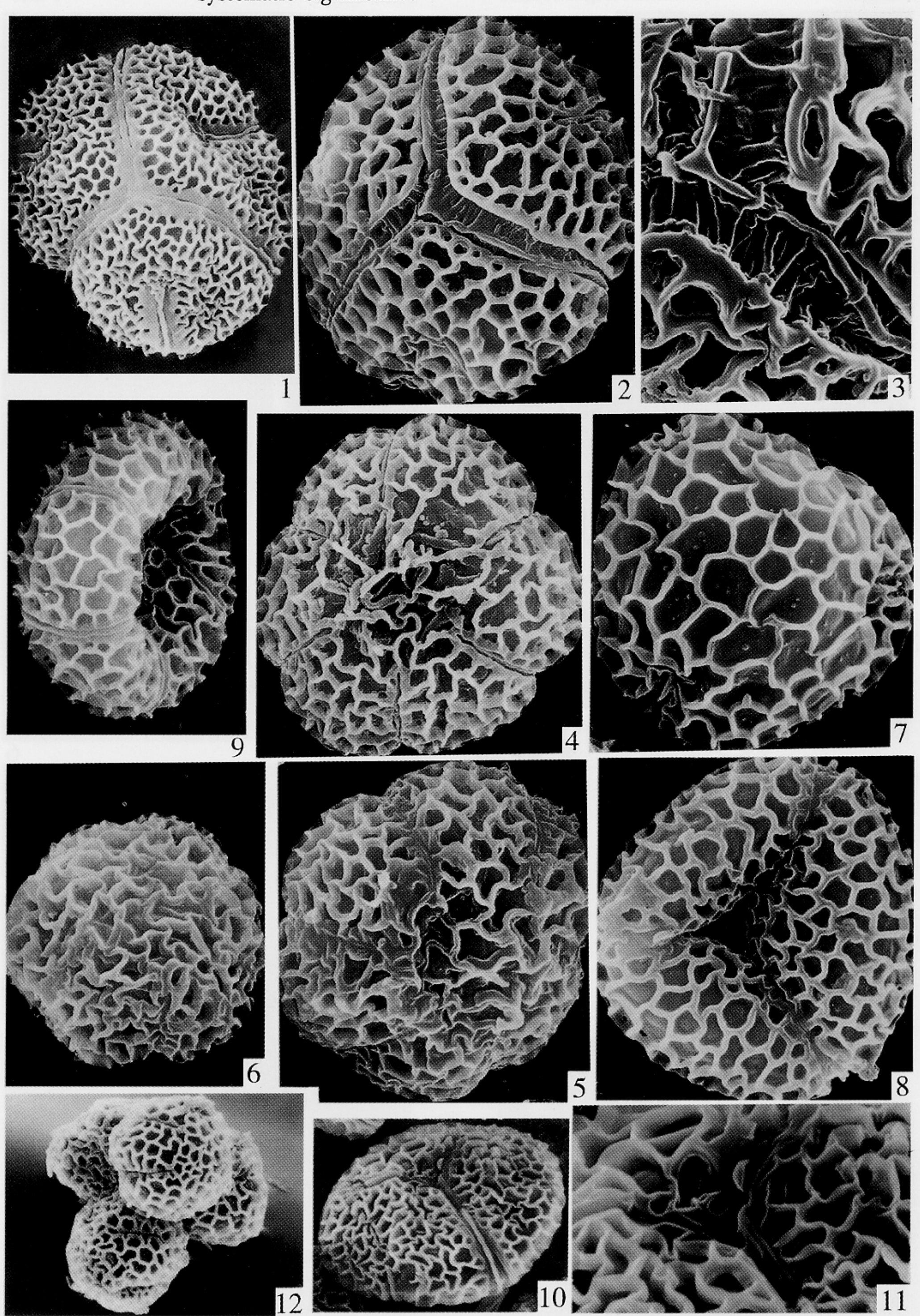
（三）**地图**

文中内容，原则上能用文字简炼表达清楚的尽量不用地图，地图绘制要准确无误，要求同墨线图。

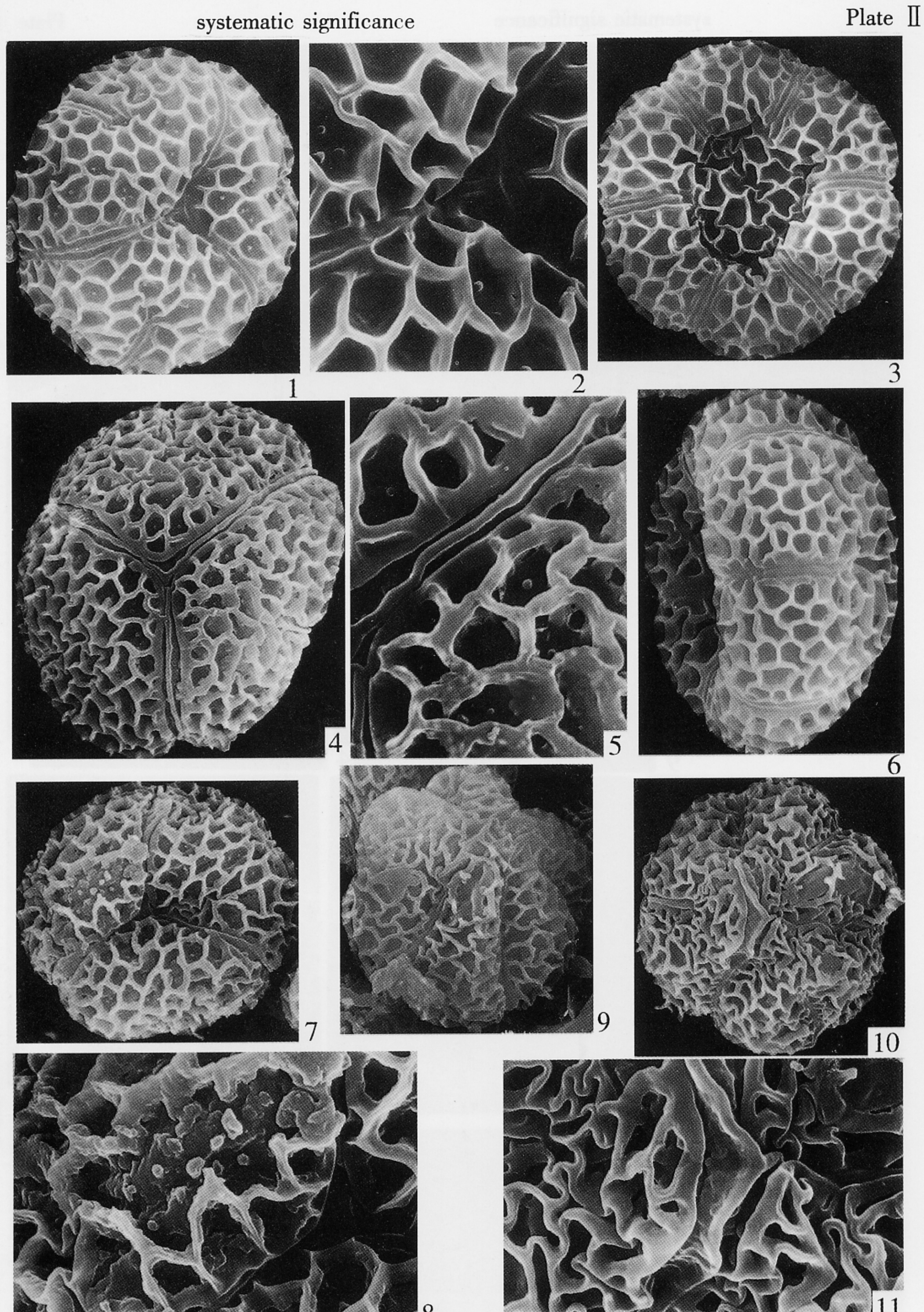
(1) 世界地图只要画海岸线、河流、湖泊、经纬度等自然地理标志，最好不画国界。(2) 中国地图，以用最新版本的地理底图为佳。大小以 32 开的小地图为好。这种小地图按 9/10 缩制后，其图例清晰，又省版面。地图中图例的涵义可用 1,2,3,…为代号在图注中注明 1,2,3,…的涵义即可。(3) 为节省版面，可在同一地图上用不同图例表示不同内容。(4)地理底图可到当地测绘局或地图出版社购买。

以上图版、墨线图和地图上面的文字、外文符号、数码、箭头及地图国界标注应清楚、准确，尤其国界的描绘有极严的要求。为便于检查，所有的图最好提供复制件。

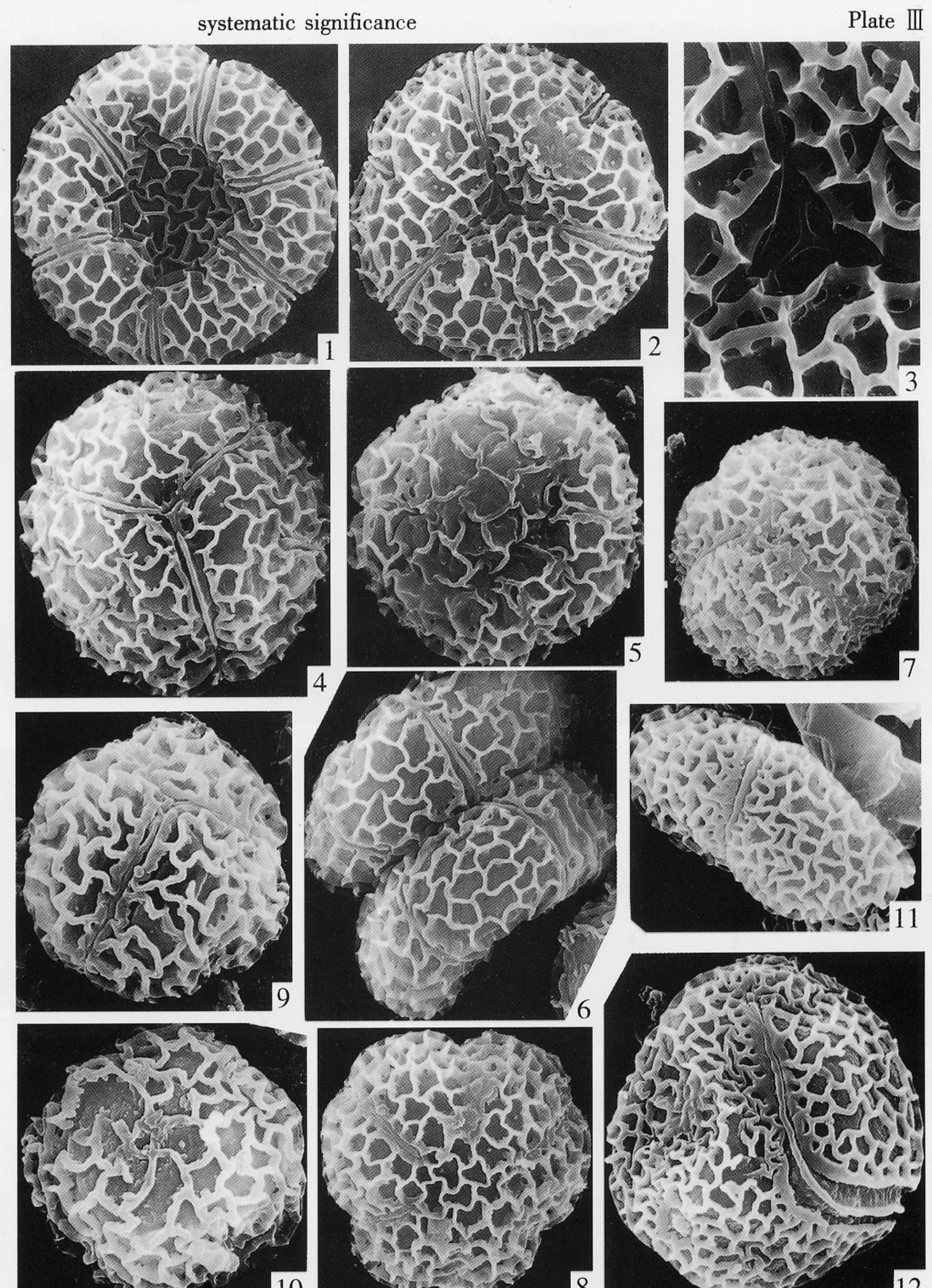
（汪桂芳提供）



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text